

1. Calcolare il volume specifico del vapore d'acqua a $T=475^{\circ}\text{C}$ e $P=114$ bar utilizzando

- l'equazione dei gas ideali
- l'equazione di Van der Waals
- l'equazione di Redlich-Kwong
- i diagrammi del fattore generalizzato di compressibilità

Confrontare i valori trovati con quanto riportato sulle tabelle del vapore surriscaldato

Ris: $0.546\text{m}^3/\text{Kmole}$; 0.482; 0.480; 0.486

L'eq. dei gas ideali fornisce:

$$V = RT/P = 8.314 \text{ Pa m}^3/(\text{mol K}) \cdot 748\text{K}/(114 \cdot 10^5\text{Pa}) = 0.546\text{m}^3/\text{Kmole}$$

L'eq. di Van der Waals va risolta per tentativi:

si riarrangia l'eq. in modo da isolare il volume al primo membro

$$V = \frac{RT}{P} + b - \frac{a(V-b)}{V^2P}$$

e poi si applica una formula iterativa: $V_{i+1} = \frac{RT}{P} + b - \frac{a(V_i - b)}{V_i^2P}$ partendo dal valore

fornito dalla legge dei gas ideali. I risultati delle iterazioni sono:

V_0	$0.546 \text{ m}^3/\text{Kmole}$	Scarto= $ V_{i+1}-V_i /V_i$
V_1	0.492	10%
V_2	0.484	2%
V_3	0.482	0%

L'eq. di Redlich-Kwong va risolta per tentativi:

si riarrangia l'eq. in modo da isolare il volume al primo membro

$$V = \frac{RT}{P} + b - \frac{a(V-b)}{T^{1/2}V(V+b)P}$$

e poi si applica una formula iterativa: $V_{i+1} = \frac{RT}{P} + b - \frac{a(V_i - b)}{T^{1/2}V_i(V_i + b)P}$ partendo dal

valore fornito dalla legge dei gas ideali. I risultati delle iterazioni sono:

V_0	$0.546 \text{ m}^3/\text{Kmole}$	Scarto= $ V_{i+1}-V_i /V_i$
V_1	0.489	10%
V_2	0.481	2%
V_3	0.480	0%

La pressione ridotta vale $P_r=0.52$, la temperatura ridotta $T_r=1.16$, il fattore acentrico vale $\omega=0.345$.

Dal primo diagramma ricaviamo $Z^0=0.88$, dal secondo $Z^1=0.02$. Pertanto

$$Z = 0.88 + 0.345 \cdot 0.02 = 0.887$$

$$V = ZRT/P = 0.484 \text{ m}^3/\text{Kmole}$$

Il valore corretto da tabelle è: $V = 27.01\text{cm}^3/\text{g} = 0.486\text{m}^3/\text{Kmole}$

2. Stimare il volume specifico del metanolo liquido a 190°C e 190bar utilizzando il diagramma generalizzato per i liquidi

Ris: 1.75cm³/g

La pressione ridotta vale $P_r=2.3$, la temperatura ridotta $T_r=0.90$.

Il diagramma fornisce $\rho_r=2.1$.

$$V=V_r \quad V_c=V/\rho_r=118\text{cm}^3/\text{g mole}/32\text{g}/2.1=1.75\text{cm}^3/\text{g}$$

Il volume reale è $V=1.59\text{cm}^3/\text{g}$

2. Stimare il volume specifico del metanolo liquido a 190°C e 190bar utilizzando il diagramma generalizzato per i liquidi e sapendo che il volume specifico a 100°C e 100 bar vale 1.38cm³/g

Ris: 1.71cm³/g

A 100°C e 100bar la pressione ridotta a vale $P_{r1}=1.23$, la temperatura ridotta $T_{r1}=0.73$.

Il diagramma fornisce $\rho_{r1}=2.6$.

A 190°C e 190bar la pressione ridotta a vale $P_{r2}=2.3$, la temperatura ridotta $T_{r2}=0.9$. Il diagramma fornisce $\rho_{r2}=2.1$.

$$V_2=V_1 \rho_{r1} / \rho_{r2}=1.38\text{cm}^3/\text{g} \cdot 2.6/2.1=1.71\text{cm}^3/\text{g}$$

Il volume reale è $V=1.59\text{cm}^3/\text{g}$